शोधांच्या कथा

नेपच्यून

आयझॅक आसिमॉव्ह



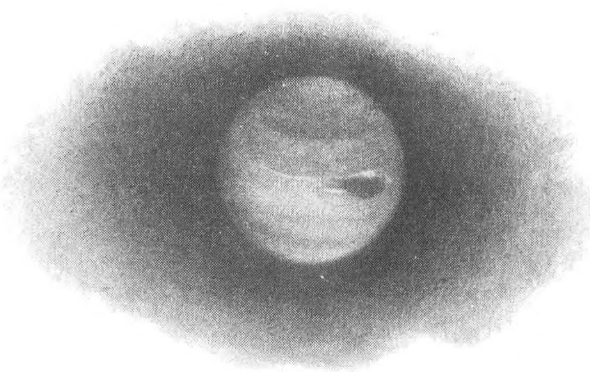
अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधांच्या कथा

नेपच्यून

आयझॅक आसिमॉव्ह

अनुवाद : सुजाता गोडबोले



मनोविकास प्रकाशन

Shodhanchya Katha - Neptune
शोधांच्या कथा - नेपच्यून

प्रकाशक । अरविंद घन:श्याम पाटकर
मनोविकास प्रकाशन, सदनिका क्र. ३/अ, चौथा मजला, शक्ती टॉवर्स,
६७२, नारायण पेठ, नू. म. वि. समोरील गल्ली, पुणे - ४११०३०.
दूरध्वनी : ०२०-६५२६२९५०
Website : www.manovikasprakashan.com
Email : manovikaspublication@gmail.com

मुखपृष्ठ । गिरीश सहस्रबुद्धे अक्षरजुळणी । गणराज उद्योग, पुणे.
मुद्रक । बालाजी एन्टरप्रायजेस, पुणे. प्रथमावृत्ती । ११ जून २०१२
ISBN : 978-93-81636-85-5

अनुक्रमणिका

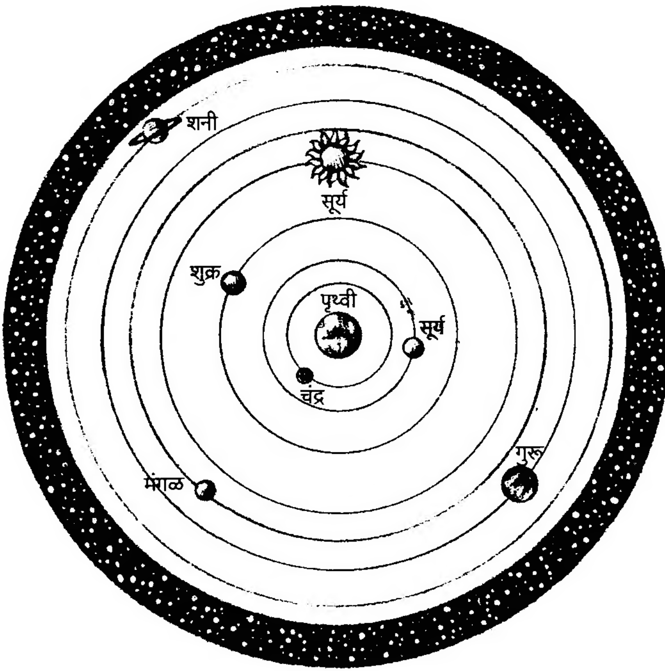
१ | युरेनस

बहुतेक सर्व ताऱ्यांचा आकृतिबंध आकाशात नेहमी सारखाच दिसतो असे प्राचीन काळी लोकांच्या लक्षात आले होते. तारे आकाशात फिरत असले तरीही त्यांचा आकृतिबंध बिघडत नसे. त्यांना 'अचल तारे' म्हणत असत, कारण त्यांच्या जागा ठरलेल्या होत्या. जणू काही ते आकाशाला बांधलेले होते आणि आकाश फिरेल त्याप्रमाणे तेही फिरत.

तथापि, आकाशातील सात वस्तू मात्र दररोज आपली जागा बदलून इतर ताऱ्यांच्या रचनांमधून फिरताना दिसत असत. यापैकी एक होता सूर्य आणि दुसरा चंद्र. इतर पाच वस्तू ताऱ्यांसारख्याच होत्या; पण त्यांचा प्रकाश ताऱ्यांपेक्षा अधिक होता. आता आपण यांना 'ग्रह' म्हणतो. इंग्रजीत यांना 'प्लॅनेट' म्हणतात आणि त्या ग्रीक शब्दाचा अर्थ आहे, 'भटक्या'. आपण आता त्यांना 'बुध' (मर्क्युरी), 'शुक्र' (व्हीनस), 'मंगळ' (मार्स), 'गुरू' (ज्युपिटर) व 'शनी' (सॅटर्न) या नावाने ओळखतो. हे सर्व ग्रह, तारे आणि आकाश पृथ्वीभोवती फिरते, असेच प्राचीन खगोलशास्त्रज्ञांना वाटत असे.

१५४३ साली निकोलस कोपर्निकस (१४७३-१५४३) या पोलिश खगोलशास्त्रज्ञाने एक पुस्तक प्रकाशित केले, त्यात त्याने असा दावा केला होता की बुध, शुक्र, मंगळ, गुरू व शनी हे सर्व सूर्याभोवती फिरतात अशी कल्पना करणे योग्य होते. आपली पृथ्वीदेखील सूर्याभोवती भ्रमण करते, पण चंद्र मात्र पृथ्वीभोवती फिरतो, असेही त्याने म्हटले.

कालांतराने खगोलशास्त्रज्ञांनी कोपर्निकसचे मत मान्य केले व



स्थिर तारे

टॉलेमीचे विश्व

सूर्याभोवती फिरणाऱ्या वस्तूंनाच 'ग्रह' असे म्हटले जाऊ लागले. सूर्यापासूनच्या त्यांच्या अंतराच्या क्रमानुसार ते होते : बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, गुरू व शनी. पृथ्वीभोवती फिरणारा चंद्र हा पृथ्वीचा उपग्रह होता. या सर्वांची मिळून आपली सूर्यमाला होते.

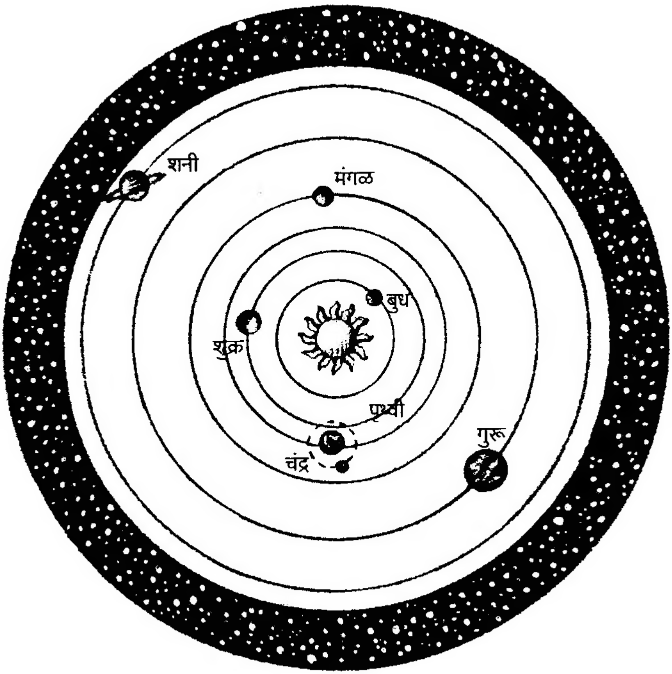
१६०८ साली पहिली दुर्बीण बनवण्यात आली. लवकरच साध्या डोळ्यांना न दिसणाऱ्या आकाशातील वस्तू पाहण्यासाठी तिचा उपयोग केला जाऊ लागला. १६१० साली गॅलिलिओ (१५६४-१६४२) या इटालियन खगोलशास्त्रज्ञाने गुरूभोवती फिरणाऱ्या चार उपग्रहांचा शोध लावला.

१६६५ साली ख्रिस्तियन ह्युगेन्झ (१६२९-१६९५) या डच खगोलशास्त्रज्ञाने शनीभोवती फिरणाऱ्या एका उपग्रहाचा शोध लावला. १६७२ व १६८४ साली जन्माने इटालियन असणाऱ्या जियोव्हॅनी डॉमेनिको कॅसिनी (१६२५-१७१२) या फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाने शनीच्या आणखी तीन उपग्रहांचा शोध लावला.

१६७२ साली कॅसिनीनेच सर्वप्रथम निरनिराळ्या ग्रहांच्या सूर्यापासूनच्या अंतराचा अंदाज वर्तवला. शनी सूर्यापासून ८८ कोटी ७० लाख मैलांवर असून हे अंतर पृथ्वीच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या साडेनऊ पट आहे.

कॅसिनीच्या काळापासून आणखी शंभर वर्षांपर्यंत शनी हाच सर्वात दूरचा ग्रह मानला जात होता. याच्याही पलीकडे आणखी काही ग्रह अस्तित्वात असतील अशी खगोलशास्त्रज्ञांनी कल्पनाही केली नव्हती, कारण आणखी काही ग्रह असते, तर ते दिसलेच असते. आतापर्यंत माहीत झालेले ग्रह तेजस्वी आणि सहज दिसण्यासारखेच होते.

विल्यम हर्षल (१७३८-१८२२) या जर्मन संगीतकाराला शास्त्रांमध्ये खूपच स्वारस्य होते. त्या काळी इंग्रज राजाच्या राजवटीखाली असणाऱ्या जर्मनीतील हॅनोव्हर या शहरी त्याचा



स्थिर तारे

कोपर्निकसचे विश्व

जन्म झाला होता. १७५७ साली त्याने इंग्लंडमध्ये स्थलांतर केले व बाथ नावाच्या शहरात तो एक यशस्वी संगीत शिक्षक बनला.

व्यवसायाने संगीतकार असला, तरी त्याला खगोलशास्त्राचा ध्यास होता. त्याला खगोलशास्त्रज्ञ बनून आकाशातील तारे व इतर गोष्टींचा अभ्यास करायचा होता. चांगली दुर्बीण घेणे त्याला परवडण्यासारखे नव्हते; पण हलक्या प्रतीची दुर्बीण त्याला नको होती, म्हणून त्याने स्वतःच दुर्बीण तयार करायचे ठरवले. दुर्बिणीसाठीची भिंगे व आरसे तयार करण्यात त्याने बराच वेळ घालवला व त्यात तो इतका तरबेज झाला, की अखेर त्याच्याकडील दुर्बीण जगातील त्या काळातील सर्वात उत्तम दुर्बीण ठरली.

एकदा चांगली दुर्बीण मिळाल्यावर त्याने आकाशातील प्रत्येक वस्तूचा अभ्यास करण्यास सुरुवात केली. १३ मार्च १७८१ रोजी आकाशातील निरनिराळ्या वस्तूंकडे पाहात असताना त्याला प्रकाशाची एक लहान तबकडी दिसली. तारे हे नेहमीच प्रकाशाच्या ठिपक्याप्रमाणे दिसतात, म्हणून ही तबकडी तारा नसणार; हा धूमकेतू असावा असे हर्षलला वाटले.

हर्षलने आपले निरीक्षण चालूच ठेवले व या तबकडीच्या कडा धारदार दिसतात असे त्याच्या लक्षात आले. हे विचित्र होते, कारण धूमकेतूच्या कडा धूसर असतात. विशेष म्हणजे, ताऱ्यांच्या पार्श्वभूमीवर ही वस्तू अतिशय संथ गतीने फिरत होती. एखादी वस्तू सूर्यमालेत जितकी दूर असेल, तितकी तिची गती ताऱ्यांच्या पार्श्वभूमीवर कमी असते. ही वस्तू शनीपेक्षाही संथ गतीने फिरत होती; आणि इतक्या दूरवरचा धूमकेतू दिसला नसता.

आपण एका नव्या ग्रहाचा शोध लावला आहे, असा हर्षलने निष्कर्ष काढला. मानवी संस्कृती उदयास आल्यानंतर अलीकडील काळातील हा पहिलाच नवा ग्रह होता. सूर्यापासून हा १ अब्ज ७७ कोटी मैलांवर होता; शनीच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या हे अंतर



युरेनसचा शोध लावणारा हर्शल व त्याची दुर्बीण

दुप्पट होते. तो इतक्या दूर असल्याने इतर ग्रहांपेक्षा अस्पष्ट होता. त्यामुळे व त्याची गती अतिशय संथ असल्याने इतर खगोलशास्त्रज्ञांना जरी तो योगायोगाने दिसला असला, तरी कोणीच त्याकडे लक्ष दिले नव्हते.

जॉन फ्लॅमस्टीड (१६४६-१७१९) या इंग्रज खगोलशास्त्रज्ञाने हा दूरचा ग्रह १६९० साली पाहिला होता; पण हा एखादा तारा असेल अशा समजुतीने त्याने केवळ त्याच्या स्थानाची आपल्या नकाशात नोंद केली. पियेर चार्ल्स ल मोनिये (१६७५-१७५७) या फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाला १७५० साली १३ निरनिराळ्या दिवशी तो दिसला होता. प्रत्येक वेळी हा निराळा तारा असावा असे मानून त्यानेही त्याच्या स्थानाची नोंद केली होती.

हर्षलच्या उत्तम दुर्बिणीमुळे व त्याने काळजीपूर्वक केलेल्या निरीक्षणाने याबाबतची शंका फिटली. हा एक नवा ग्रह होता. हर्षलला इंग्लंडचा तत्कालीन राजा तिसरा जॉर्ज याच्या सन्मानार्थ त्याचे नाव 'जियॉर्जियम सिडस' (ग्रेगोरियन स्टार) असे ठेवायचे होते. इंग्लंडमधील इतर खगोलशास्त्रज्ञांना ते 'हर्षल' असे ठेवायचे होते. योहान एलर्ट बोड (१७४७-१८२६) या जर्मन खगोलशास्त्रज्ञाने अशी सूचना केली, की आतापर्यंतच्या परंपरेप्रमाणे प्राचीन पुराणातील नावच देण्यात यावे; आणि सर्व खगोलशास्त्रज्ञांनी ते मान्य केले.

'मार्स'पासून (मंगळ) सुरुवात केल्यास त्याच्या पलीकडचा ग्रह म्हणजे 'ज्युपिटर' (गुरू), हा रोमन पुराणात मार्सचा पिता आहे. त्यानंतरचा ग्रह सॅटर्न (शनी) याला ज्युपिटरच्या वडिलांचे नाव देण्यात आले आहे. म्हणून नव्या ग्रहाला सॅटर्नच्या वडिलांचे नाव म्हणजे 'युरेनस' म्हणावे, असे बोडने सुचवले आणि ते मान्य झाले.

१७८७ साली हर्षलने युरेनसभोवती फिरणाऱ्या दोन उपग्रहांचा शोध लावला आणि त्यांना 'टायटॅनिया' व 'ओबेरॉन' अशी नावे दिली.

इतर खगोलशास्त्रज्ञांनीही युरेनसचे निरीक्षण केले. युरेनसची सूर्याभोवतीची भ्रमणकक्षा (ऑर्बिट) नेमकी कशी असायला हवी हे त्यांना माहीत होते. १६८७ सालीच आयझॅक न्यूटन या इंग्रज शास्त्रज्ञाने गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त मांडला होता. या सिद्धान्तानुसार, विश्वातील प्रत्येक वस्तू इतर वस्तूंना खेचत असते आणि हा प्रभाव त्या निरनिराळ्या वस्तूंचे वस्तुमान (त्यांच्यातील एकूण पदार्थद्रव्य) आणि त्यांच्यातील अंतर यावर अवलंबून असतो.

सूर्य ही सूर्यमालेतील सर्वात अधिक वस्तुमान असणारी वस्तू आहे, म्हणून त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाचा विचार करून युरेनसची गती ठरवता येईल. तथापि, गुरू व शनी आकाराने बरेच मोठे आहेत व काही वेळा सूर्यापेक्षा युरेनसच्या अधिक जवळ असतात, म्हणून युरेनसच्या गतीवर काहीसा परिणाम होईल इतका त्यांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव युरेनसवर पडू शकतो. सूर्य, गुरू व शनी यांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव विचारात घेऊन युरेनसची नेमकी भ्रमणकक्षा मांडता येईल, अशी खगोलशास्त्रज्ञांची अपेक्षा होती. म्हणजे, त्याचे आकाशातील नेमके स्थान त्यांना सदैव माहीत असेल.

१८२१ साली ॲलेक्सी बूव्हार (१७६७-१८४३) हा फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञ युरेनसचे बारकाईने निरीक्षण करत होता. युरेनसचा शोध लागल्यापासून खगोलशास्त्रज्ञांनी केलेली निरीक्षणे विचारात घेऊन त्याने युरेनसची आकाशातील भ्रमणकक्षा काळजीपूर्वक मांडली होती. तो एक ग्रह आहे हे माहीत नसतानादेखील पूर्वीच्या खगोलशास्त्रज्ञांनी केलेल्या त्याच्या नोंदीदेखील त्याने विचारात घेतल्या होत्या.

युरेनसची भ्रमणकक्षा जशी असायला हवी होती तशी ती नव्हती, असे बूव्हारच्या लक्षात आले. १८२१ सालापर्यंत युरेनसचे प्रत्यक्ष स्थान निराळे होते; त्यात पूर्ण चंद्राच्या व्यासाच्या १/१५

इतका फरक पडला होता. तसा हा फरक फारसा नव्हता; पण त्यामुळे खगोलशास्त्रज्ञ अस्वस्थ झाले.

न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्तातच काही चूक असेल का? युरेनसची प्रत्यक्ष कक्षा मोजून या सिद्धान्तातच थोडीफार सुधारणा केली तर? परंतु खगोलशास्त्रज्ञांना तसे करायचे नव्हते, कारण गुरू व शनीची भ्रमणकक्षा या सिद्धान्ताप्रमाणे बिनचूक होती. युरेनसला लागू होईल अशा तऱ्हेने सिद्धान्तात बदल केल्यास, गुरू व शनीच्या कक्षांमध्ये चुका राहतील.

मग शनी व गुरू या दोघांचेही वस्तुमान खगोलशास्त्रज्ञांनी वर्तवले होते त्याहून भिन्न असेल का? किंवा त्यांच्या युरेनसपासूनच्या अंतरात काही फरक असेल का? तसे असल्यास, शनी किंवा गुरूच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव कमी अगर जास्त असू शकेल आणि युरेनसची भ्रमणकक्षा निराळी असण्याचे हे कारण असू शकेल. तथापि, शनी व गुरूचे युरेनसपासूनचे अंतर व त्यांचे वस्तुमान खगोलशास्त्रज्ञांनी कितीही काळजीपूर्वक तपासून पाहिले, तरी युरेनसच्या काहीशा विचित्र कक्षेचे स्पष्टीकरण देता येत नव्हते.

आता खगोलशास्त्रज्ञांसमोर फक्त एकच शक्यता शिल्लक राहिली. त्यांनी विचारात न घेतलेला आणखी एखादा गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव अस्तित्वात असावा. हा प्रभाव बराच मोठा असणार, म्हणजे तो कोणत्या तरी मोठ्या ग्रहाकडून येत असावा. असा एखादा मोठा ग्रह युरेनसपेक्षा सूर्याच्या अधिक जवळ असेल, तर तो बराच तेजस्वी असणार, म्हणजे तो आतापर्यंत नक्कीच दिसला असता.

म्हणजेच, हा मोठा ग्रह सूर्याकडून पाहिले असता युरेनसच्याही पलीकडे असणार, असा निष्कर्ष निघतो. तसे असल्यास, हा ग्रह युरेनसपेक्षाही मंद असेल व त्याची गती युरेनसपेक्षाही कमी असेल, म्हणून तो पाहणे व ओळखणे आणखीच कठीण होईल. युरेनसचा शोध १७८१ सालापर्यंत लागला नव्हता, तर त्याच्याही पलीकडचा,

त्याहून मंदप्रकाशी व अधिकच संथ गतीने भ्रमण करणारा ग्रह अद्याप सापडला नव्हता. यात आश्चर्य वाटण्यासारखे काहीच नव्हते.

युरेनसच्या पलीकडे असला, तरी आपल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाने युरेनसचे स्थान बदलू शकणारा ग्रह युरेनसपासून तसा जवळच असेल. गुरू व शनीपासून तो बऱ्याच अंतरावर असल्याने त्यांच्या स्थानात मात्र लक्षात येण्यासारखा बदल घडण्याइतका त्याचा प्रभाव नव्हता. म्हणून केवळ युरेनसचीच भ्रमणकक्षा थोडीशी चुकत होती.

युरेनसच्या पलीकडे जर असा ग्रह असेल, तर तो चांगल्या दुर्बिणीतून दिसायला हवा. तो इतका मंदप्रकाशी असल्याने त्याच्याहून थोडेफार तेजस्वी असणारे तारे त्याच्या आजूबाजूला असतील व तो त्यांच्यात लपून राहत असेल. तो आकाशाच्या नेमक्या कोणत्या भागात असेल हे माहीत असल्याखेरीज त्याचा शोध घेण्याच्या प्रयत्नाला यश येण्याची शक्यता नव्हती.

पण पूर्वी कधीही न दिसलेला व माहीत नसलेला ग्रह एवढ्या मोठ्या आकाशात कुठे असेल हे कळणार तरी कसे?

२ | नव्या ग्रहाचा शोध

१८४१ साली, २१ वर्षांचा जॉन काउच ॲडम्स (१८१९-१८९२) हा खगोलशास्त्राचा विद्यार्थी केंब्रिज विद्यापीठात शिकत होता. तो जेव्हा अभ्यास करत नसे तेव्हा आपला खर्च भागवण्यासाठी तो शिकवण्याचे काम करत असे, म्हणून त्याला फारसा मोकळा वेळ मिळतच नसे. तथापि, सुटीच्या काळात त्याला थोडासा मोकळा वेळ मिळे आणि त्या वेऴात कदाचित युरेनसच्या पलीकडे असणाऱ्या व आपल्या प्रभावाने युरेनसची कक्षा बदलण्याइतके गुरुत्वाकर्षण असणाऱ्या या रहस्यमय ग्रहाची समस्या सोडवण्याचा प्रयत्न करण्याचे त्याने ठरवले.

त्यासाठी त्याने पुढीलप्रमाणे विचार केला. शनीचे सूर्यापासूनचे अंतर हे गुरूच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या सुमारे दुप्पट आहे आणि युरेनसचे सूर्यापासूनचे अंतर हे शनीच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या जवळजवळ दुप्पट आहे. म्हणून हा नवा ग्रह युरेनसच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या सुमारे दुप्पट अंतरावर असू शकेल, असा ॲडम्सने विचार केला. तो सूर्यापासून सुमारे ३ अब्ज ५० कोटी मैलांवर असू शकेल.

शिवाय, शनी गुरूपेक्षा लहान आहे व युरेनस शनीपेक्षा लहान. युरेनसच्या पलीकडचा ग्रह त्याहूनही लहान असणार, पण तो चिमुकला नसणार. त्याचे वस्तुमान पृथ्वीच्या कितीतरी पट अधिक असणार.

मग ॲडम्सने सूर्यापासून तेवढ्या अंतरावरील त्या आकाराच्या ग्रहाची कल्पना केली. युरेनसची भ्रमणकक्षा जेवढ्या प्रमाणात बदलली होती, तशी ती बदलण्यासाठी तो ग्रह १८४१ साली कुठे असावा लागेल?

या वेळी तो अज्ञात ग्रह युरेनस सूर्याच्या ज्या बाजूला होता, त्याच बाजूला असावा लागेल, कारण जर तो विरुद्ध बाजूला असेल, तर तो अलीकडच्या काळातील युरेनसच्या भ्रमणकक्षेवर परिणाम करण्यासाठी अतिशय दूर होईल. पण हे पुरेसे नव्हते. युरेनसच्या कक्षेवर नेमका परिणाम करण्यासाठी अज्ञात ग्रहाची गती काय असावी लागेल, हेही गणिताने ठरवणे आवश्यक होते.

ही गणिती समस्या फारच कठीण होती; आणि बहुतेक खगोलशास्त्रज्ञांनी त्याचा विचार करणेच सोडून दिले. यासाठी पुष्कळच वेळ खर्ची घालावा लागेल आणि फारसे काहीच हाती लागणार नाही. ॲडम्स तरुण असल्याने त्याला बराच उत्साह होता, शिवाय तो केंब्रिज विद्यापीठातील त्या काळातील गणिताचा सर्वोत्कृष्ट विद्यार्थी होता.

१८४५ सालच्या सप्टेंबरच्या मध्यापर्यंत ॲडम्सने आपली सर्व आकडेमोड पूर्ण केली होती; पण तो एक साधासुधा तरुण होता व त्याच्याकडे कोणत्याच दुर्बिणीचे नियंत्रण नव्हते. ज्याच्याकडे चांगल्या दुर्बिणीचे नियंत्रण असेल आणि जो दुर्बीण वापरून ॲडम्सला ज्या ठिकाणी अज्ञात ग्रह असण्याची शक्यता वाटत होती, त्या ठिकाणाचे निरीक्षण करण्यासाठी वेळ देऊ शकेल असा जोडीदार मिळणे आवश्यक होते. हे काही सोपे काम नव्हते. दुर्बीण वापरून करण्याजोगे बरेच काम होते आणि असे जोखमीचे काम करण्यात कोणाला स्वारस्य असणे कठीणच होते.

केंब्रिजच्या वेधशाळेचे प्रमुख जेम्स चॅलीस (१८०३-१८८२) व त्यांचे वरिष्ठ अधिकारी, शाही खगोलशास्त्रज्ञ जॉर्ज बिडेल ऐरी (१८०१-१८९२), या दोघांकडेच दुर्बिणींचे नियंत्रण होते. या दोघांना यात स्वारस्य वाटायला लावणे भाग होते. दुर्दैवाने, या दोघांच्याही मते युरेनसच्या कक्षेच्या अभ्यासाच्या गणिताने एखादा ग्रह शोधून काढण्याची शक्यता मुळीच नव्हती.



जॉन काउच ॲडम्स

ॲडम्सने जेव्हा त्याची सर्व गणिते चॅलीसकडे आणली, तेव्हा त्याला मदत करण्यास चॅलीसने नकार दिला. त्याने ॲडम्सला आपले काम घेऊन ऐरीकडे जाण्यास सांगितले.

ऐरी चॅलीसपेक्षाही विचित्र होता. तो अतिशय अहंमन्य, गर्विष्ठ होता आणि लहानसहान गोष्टींत फार लक्ष घालत असे. त्याला फारशी कल्पनाशक्ती नव्हती आणि आपल्या हाताखालच्या लोकांना तो अतिशय तुच्छतेने वागवत असे. त्याने खगोलशास्त्रांत जे काही संशोधन केले ते सर्व अयशस्वी ठरले.

काही कारणाने ॲडम्सचा ऐरीशी संपर्क होऊ शकला नाही. टेलिफोन व तारांच्या पूर्वीचा हा जमाना होता. ऐरीला पत्र तरी पाठवायचे किंवा त्याला प्रत्यक्ष भेटायला जायचे, हेच दोन मार्ग होते. दोनदा तो ऐरीच्या घरी गेला, पण दोन्ही वेळा ऐरी बाहेर गेला होता. दुसऱ्या वेळेस त्याने तो परत येण्याची वाट पाहिली आणि परत तेथे गेला; पण ऐरी जेवायला बसला होता आणि त्याच्या नोकराने आपल्या खगोलशास्त्रज्ञ मालकाला जेवताना निरोप देण्यास ठाम नकार दिला.

ज्या इतर खगोलशास्त्रज्ञांनी ॲडम्सच्या कामाविषयी ऐकले त्याने ते प्रभावित झाले; पण महत्त्वाचा होता ऐरी. अखेर जेव्हा ऐरीला ॲडम्सच्या आकडेमोडीची बातमी समजली, तेव्हा त्याला यात फारसे स्वारस्य नव्हते. एखादा ग्रह शोधणे म्हणजे वेळेचा अपव्यय आहे असेच त्यालाही चॅलीसप्रमाणेच वाटले. त्याच्या गणितात युरेनसच्या सूर्यापासूनच्या अंतराबद्दल काही स्पष्टीकरण आहे का? असे त्याने ॲडम्सला विचारले. ॲडम्सच्या गणिताचा याच्याशी काहीच संबंध नव्हता. ऐरीला या कामातील महत्त्वाचा मुद्दा समजलाच नव्हता, हे ॲडम्सच्या लक्षात आले.

ॲडम्स हा जरासा बुजरा व शांत स्वभावाचा होता. ऐरीला या विषयात स्वारस्य आणण्याचा प्रयत्न करण्यात काहीच अर्थ नाही,

असे त्याने ठरवले. त्याला कधीच दुर्बीण वापरून नव्या ग्रहाचा शोध लावता येणार नाही असे म्हणून त्याने तो विचार सोडूनच दिला.

दरम्यान, फ्रान्समध्ये डॉमिनिक फ्रॉन्स्वा जाँ आरागो (१७८६-१८५३) हा महत्त्वाचा खगोलशास्त्रज्ञ खगोलशास्त्रातील कठीण समस्या शोधून तरुण खगोलशास्त्रज्ञांनी त्यांचा अभ्यास करावा यासाठी प्रयत्नशील होता व त्यासाठी त्यांना सर्वतोपरी मदत करायला तयार होता. तो ऐरीच्या उलट, मित्रत्वाने व मिळून-मिसळून वागणारा होता.

युरबँ जाँ जोसेफ लव्हेरिये (१८११-१८७७) हा ॲडम्सप्रमाणेच आणखी एक तरुण फ्रेंच गणितज्ञ खगोलशास्त्रज्ञ होता. आरागोला लव्हेरियेच्या कामात स्वारस्य वाटू लागले. आरागोने लव्हेरियेला बुधाच्या भ्रमणकक्षेचा अभ्यास करायला सांगितले. ही भ्रमणकक्षा काहीशी एकीकडे झुकणारी होती व गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार ती जशी असायला हवी होती तशी नव्हती.

पूर्वीच्या खगोलशास्त्रज्ञांपेक्षा लव्हेरियेने या समस्येचा अधिक तपशिलात जाऊन अभ्यास केला. त्याने इतर ग्रहांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा बुधावर असणाऱ्या प्रभावाचा अभ्यास करून असे दाखवून दिले, की बुधाच्या भ्रमणकक्षेतील बदल नेमका त्यामुळेच व तेवढाच घडला होता.

लव्हेरियेच्या गणितातील ज्ञानाने व कौशल्याने आरागो प्रभावित झाला आणि त्याने लव्हेरियेला युरेनसच्या भ्रमणकक्षेची कठीण समस्या सोडवायला सांगितले.

लव्हेरियेने तपशिलात जाऊन अभ्यासाला सुरुवात केली. युरेनसच्या स्थानासंबंधीची सर्व माहिती त्याने एकत्रित केली, युरेनसच्या शोधापूर्वीच्या त्याच्या स्थानांसंबंधीची निरीक्षणेही त्याने मिळवली. १ जून १८४६ रोजी त्याने आपले निष्कर्ष जाहीर केले. ॲडम्सने आठ महिन्यांपूर्वी काढलेले निष्कर्ष व त्याचे निष्कर्ष

जवळजवळ सारखेच होते. (अर्थात, लव्हेरियेला ॲडम्सच्या संशोधनाबाबत काहीच माहीत नव्हते.)

लव्हेरियेच्या कार्याची माहिती इंग्लंडमध्ये ऐरीच्या कानावर आली; आणि या वेळी मात्र त्याला यात स्वारस्य होते. ॲडम्स व लव्हेरिये या दोघांनीही तेच निष्कर्ष काढले होते म्हणजे कदाचित त्यांचे म्हणणे योग्य असेल; पण ऐरीने याचे सर्व श्रेय लव्हेरियेला दिले व ॲडम्सने यापूर्वी हेच निष्कर्ष काढले होते हे सांगण्याचीदेखील तसदी घेतली नाही. कदाचित ॲडम्सकडे दुर्लक्ष केल्याची लाज वाटल्यामुळे ॲडम्सचा उल्लेख पूर्णपणे टाळणेच त्याला श्रेयस्कर वाटले असेल.

ऐरीने लव्हेरियेला पत्र पाठवून, या समस्येशी काहीच संबंध नसणारा युरेनसच्या सूर्यापासूनच्या अंतराचा प्रश्नच परत विचारला. पण लव्हेरिये काही ॲडम्ससारखा शांत व बुजरा नव्हता. वास्तवात लव्हेरियेदेखील ऐरीसारखा अहंमन्य व हुकूमशहाच होता. त्याचा प्रश्न पूर्णपणे असंबद्ध होता असे लव्हेरियेने ऐरीला उत्तर पाठवले.

लव्हेरियेच्या आत्मविश्वासाने ऐरी प्रभावित झाला व केंब्रिज वेधशाळेच्या चॅलीसला त्याने या अज्ञात ग्रहाचा शोध सुरू करण्याच्या सूचना दिल्या.

तथापि, चॅलीसला यात अजूनही स्वारस्य नव्हते. त्याऐवजी धूमकेतूंचा शोध घेण्यात त्याला अधिक स्वारस्य असल्याने, अज्ञात ग्रहाचा शोध घेण्याचे काम त्याने शक्य तितके पुढे ढकलले.

अखेर लव्हेरियेचे काम ऐरीपर्यंत पोचल्याला जवळजवळ दोन महिने झाल्यानंतर, २९ जुलै १८४६ रोजी त्याने हा शोध घेण्याचे काम सुरू केले. सुरुवात केल्यावरदेखील ॲडम्स व लव्हेरियेने आकाशात जी स्थाने निर्देशित केली होती त्या ठिकाणांचे निरीक्षण त्याने केलेच नाही. ॲडम्स व लव्हेरियेची गणिते बरोबर असतील अशी त्याला खात्री नसल्यामुळे, त्याऐवजी आकाशाच्या मोठ्या



जाँ जोसेफ लव्हेरिये व पॅरीसची वेधशाळा.

भागाचे निरीक्षण त्याने सुरू केले. या मोठ्या परिसराची छाननी करण्यासाठी त्याला सुमारे ३000 ताऱ्यांचा अभ्यास करणे भाग होते आणि एखादा तारा अनपेक्षित ठिकाणी दिसतो का व त्याची जागा दररोज बदलते आहे का यावर लक्ष ठेवणे गरजेचे होते.

खगोलशास्त्राच्या तरुण विद्यार्थी सहाय्यकांच्या मदतीने चॅलीसने हे काम सुरू केले व दिसलेल्या प्रत्येक ताऱ्याचे स्थान नोंद करून ठेवण्यास सुरुवात केली. हे काम यांत्रिकपणे करण्यात येत होते व ज्या ठिकाणी तारा दिसायला नको होता अशा एखाद्या ठिकाणी तो दिसतो आहे का याकडेही बारकाईने लक्ष देण्यात येत नव्हते. खरे तर चॅलीसला या कामात काहीच रस नव्हता, म्हणून प्रत्येक ताऱ्याकडे काळजीपूर्वक लक्ष देण्याइतकी तसदी त्याला घ्यायचीच नव्हती.

वास्तवात, ४ व १२ ऑगस्ट १८४६ रोजी चॅलीसच्या चमूने अशा एका ताऱ्याची नोंद केली होती, की जो खरोखर हा अज्ञात ग्रहच होता. ॲडम्स व लव्हेरियेच्या गणिती अंदाजानुसार त्यांनी वर्तवलेल्या ठिकाणीच तो होता; परंतु चॅलीसने त्याच्याकडे पुरेसे लक्ष दिलेच नाही आणि त्या ठिकाणी कोणताच तारा असण्याचे कारण नव्हते हेही त्याच्या लक्षात आले नाही.

३ | नेपच्यून

दरम्यान, लव्हेरियेपुढेही काही अडचणी होत्याच. ॲडम्सप्रमाणेच त्याच्याकडेही चांगली दुर्बीण नव्हती आणि फ्रान्समध्ये त्याला हवा होता त्या प्रकारचा शोध घेण्यास तयार असणारा कोणीच खगोलशास्त्रज्ञ मिळत नव्हता. अर्थात, चॅलीस शोध घेत आहे असे ऐरीने त्याला कळवले होते; पण अनेक आठवडे उलटले तरी चॅलीसकडून काहीच माहिती मिळत नव्हती.

एक वर्षापूर्वी लव्हेरियेला योहान गॉट्फिड गॉल (१८१२-१९१०) या बर्लिन वेधशाळेत काम करणाऱ्या जर्मन खगोलशास्त्रज्ञाचा एक निबंध मिळाला होता. त्याचे संशोधनकार्य फार चांगल्या प्रतीचे आहे असे लव्हेरियेला वाटल्याने त्याने १८ सप्टेंबर १८४६ रोजी, नवा अज्ञात ग्रह कोठे असेल याविषयीचे आपले अंदाज त्याला कळवले आणि आकाशात त्याचा शोध घेण्याची विनंती केली.

गॉलला हे पत्र मिळाल्यावर त्याला हा शोध घ्यायचा होता, पण त्यासाठी त्याला वेधशाळेचे प्रमुख योहान फ्रॅन्झ एन्के (१७९१-१८६५) यांची परवानगी आवश्यक होती. एन्केनाही यात काही रस नव्हता. हा शोध घेण्यात वेळ फुकटच जाईल असे त्यांना वाटत होते. तथापि, तेथे उपस्थित असणाऱ्या हेन्रीच ल्युडविग दारे (१८२२-१८७५) या तरुण पदव्युत्तर विद्यार्थ्याने खूप उत्साहाने गॉलची बाजू घेतली.

योगायोगाने तो एन्केचा वाढदिवस होता, म्हणजे त्या रात्री तो वेधशाळेत नसेल आणि दुर्बीणही वापरत नसेल. अखेर त्यांचे म्हणणे मान्य करून एन्केने त्या रात्री वेधशाळेतील सर्वोत्तम दुर्बीण वापरायची

त्यांना परवानगी दिली.

अंधार पडल्याबरोबर गॉल व दारेने शोध घ्यायला सुरुवात केली. चॅलीसप्रमाणे न करता, लव्हेरियेच्या अंदाजानुसार हा अज्ञात ग्रह ज्या ठिकाणी असायला हवा होता, नेमक्या त्याच स्थानाचे निरीक्षण करायला त्यांनी सुरुवात केली. तरीही अडचणी होत्याच. ते एक छोटीशी तबकडी शोधत होते, पण त्यांना काहीच मिळत नव्हते.

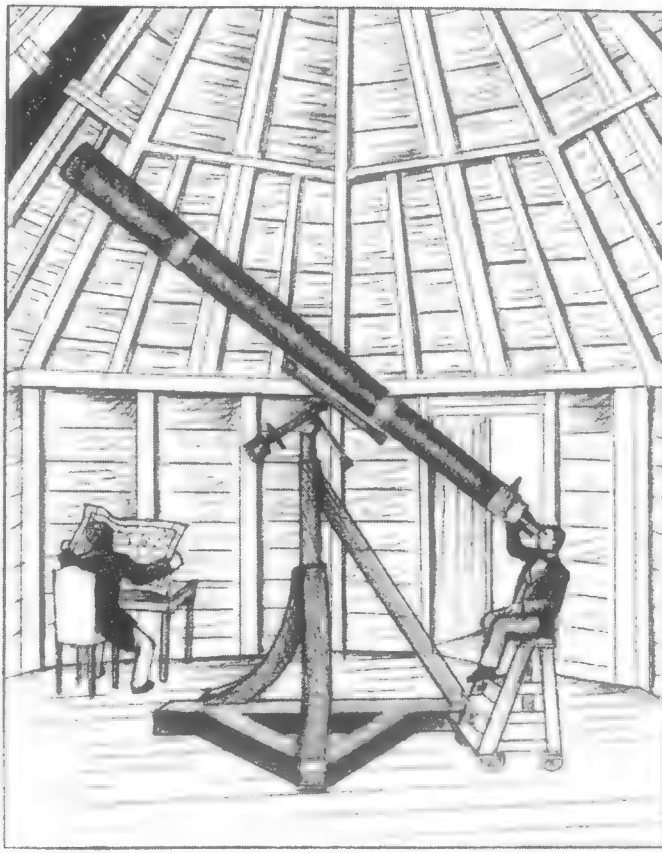
आकाशाच्या त्या भागातील ताऱ्यांचा प्रथम एक नकाशा मिळवावा अशी कल्पना दारेला सुचली. या नकाशावरून सर्व ताऱ्यांची स्थाने समजतील आणि नव्या ग्रहाच्या अपेक्षित तेजाचा व नकाशात न दाखवलेला तारा त्यांना शोधावा लागेल. याचा अर्थ, तो तारा नसून ग्रह असेल आणि नकाशा बनवण्याच्या वेळी तो त्या ठिकाणी नसून आता त्या भागात आला असेल.

त्यासाठी विशेष बिनचूक नकाशाची गरज होती. नाहीतर, नकाशा चुकीचा आहे म्हणून तारे अयोग्य स्थानावर दिसतील.

गॉल व दारेंनी वेधशाळेतील दफ्तरे धुंडाळून काळजीपूर्वक तयार केलेला एक नवा नकाशा शोधून काढला आणि योगायोगाने तो त्यांना अभ्यासासाठी हव्या असणाऱ्या आकाशाच्या भागाचाच होता. असा एखादा नकाशा अस्तित्वात आहे हेदेखील तोपर्यंत त्यांना माहीत नव्हते.

त्यांनी आपले काम परत सुरू केले. गॉल दुर्बिणीतून पाहून त्याला दिसलेल्या प्रत्येक ताऱ्याचे स्थान मोठ्याने सांगू लागला. दारे एका मंद दिव्याच्या प्रकाशात (गॉलच्या निरीक्षणात अडथळा न येण्यासाठी) नकाशा घेऊन एका कोपऱ्यात बसला व त्या स्थानावर खरोखरच एक तारा होता असे सांगायला त्याने सुरुवात केली.

एक तासही पूर्ण होण्यापूर्वीच गॉलने एका ताऱ्याचे स्थान



योहान गॉल व हेन्रिच दारे १८४६ साठी नेपच्यूनचा शोध घेताना

सांगितले; आणि भावनातिरेकाने नीट बोलूही न शकणारा दारे उत्तरला, ''नकाशात असा कोणताच तारा नाही.'' २३ सप्टेंबर १८४६ रोजी अज्ञात ग्रहाचा शोध लागला होता. वाढदिवसाच्या समारंभातच व्यत्यय आणून गॉल व दारेनी, ही त्याच्या वाढदिवसाची सर्वोत्तम भेट ठरणारी बातमी एन्केला सांगितली.

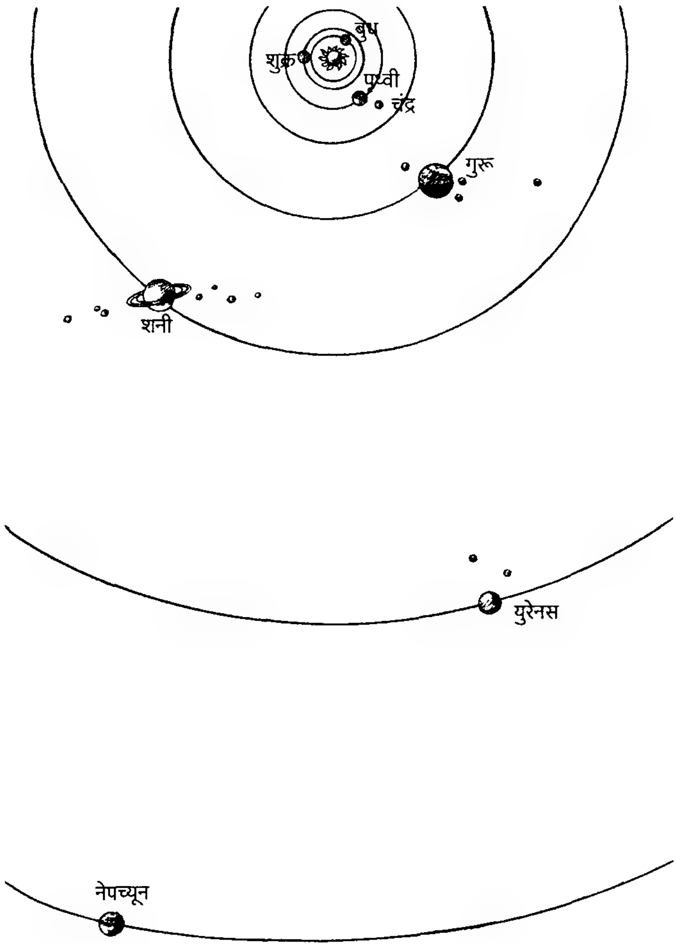
दुसऱ्या रात्री त्यांनी परत पाहिले, या वेळी एन्केही त्यांच्याबरोबर होता. आता काहीच शंका नव्हती. त्या वस्तूने आपली जागा बदलली होती आणि विशेष म्हणजे तो आता एक लहानसा गोळा दिसत होता.

ही बातमी इंग्लंडपर्यंत पोचायला थोडा वेळ लागला. चॅलीस अजून शोध घेतच होता. २९ सप्टेंबरला हा अज्ञात ग्रह त्याला दुसऱ्यांदा दिसला. या वेळी ती एक तबकडी दिसली; पण त्याची अद्याप खात्री पटली नव्हती. म्हणून थोडे थांबून दुसऱ्या दिवशी एका अधिक चांगल्या दुर्बिणीतून निरीक्षण करायचे त्याने ठरवले. त्याला काहीच घाई नव्हती. ३0 सप्टेंबरला आकाश ढगाळ होते म्हणून तो काहीच पाहू शकला नाही.

१ ऑक्टोबर १८४६ रोजी नव्या ग्रहाच्या शोधाची बातमी अखेर लंडनला पोचली. चॅलीसने आपल्या नोंदी पाहिल्या आणि त्याच्या लक्षात आले, की त्याने हा ग्रह दोनदा पाहिला होता, पण त्याने तो ओळखलाच नव्हता.

अर्थात, या नव्या ग्रहाच्या शोधाचे श्रेय चॅलीस व ऐरी या दोघांनी आपल्याकडेच घेण्याचा प्रयत्न केला, यात आश्चर्य वाटण्यासारखे काहीच नव्हते. हे त्या दोघांच्या स्वभावाला धरूनच होते. ॲडम्सच्या गणिताचा कोणी उल्लेखही केला नाही.

सुदैवाने, जॉन हर्षल (१७९२-१८७१)- युरेनसचा शोध लावणाऱ्या खगोलशास्त्रज्ञ हर्षलचा मुलगा- या ब्रिटिश खगोलशास्त्रज्ञाने, ॲडम्सनेही ही गणिते लव्हेरियेच्या अगोदर केली



१८४६ सालची सूर्यमाला

होती व त्याचेही निष्कर्ष असेच होते. याला बरीच प्रसिद्धी दिली.

ब्रिटिश खगोलशास्त्रज्ञ श्रेय लाटण्याचा प्रयत्न करत आहेत, असे म्हणून फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञांनी यावर आक्षेप घेतला; परंतु अखेर ॲडम्स व लव्हेरिये या दोघांनाही त्यांच्या कामाचे श्रेय देण्यात आले. दोघेही आता नव्या ग्रहाच्या शोधाचे जनक मानले जातात. ऐरी व चॅलीस यांचा मूर्खपणा व ॲडम्सला त्यांच्याकडून देण्यात आलेली पक्षपाती वर्तणूकच लोकांनी लक्षात ठेवली आहे. ॲडम्सची वागणूक मात्र या संपूर्ण प्रकरणात शांत व सभ्यतेला धरूनच राहिली.

चॅलीसच्या मृत्यूनंतर त्याच्या जागी केंब्रिज वेधशाळेच्या प्रमुखपदी ॲडम्सची नियुक्ती करण्यात आली. नंतर १८८१ साली वयाच्या ८० व्या वर्षी ऐरी निवृत्त झाल्यावर 'शाही खगोलशास्त्रज्ञ' (ॲस्ट्रॉनॉमर रॉयल) हे पदही त्याला देऊ करण्यात आले; परंतु ही नवी जबाबदारी पेलण्याइतके आपण आता तरुण राहिलो नाही, या विचाराने त्याने ते पद नाकारले.

नव्या ग्रहाचे नाव, त्याच्या संशोधकाच्या सन्मानार्थ, लव्हेरिये ठेवण्यात यावे, अशी काही लोकांची भावना होती. अहंमन्य लव्हेरियेलाही तसेच वाटत होते; परंतु फ्रान्सबाहेरील खगोलशास्त्रज्ञांना ते मान्य नव्हते. हा नवा ग्रह हिरवट निळ्या रंगाचा दिसतो, म्हणून रोमनांच्या सागराच्या देवतेचे नाव 'नेपच्यून' त्याला देण्यात आले. वास्तविक लव्हेरियेने हेच नाव प्रथम सुचवले होते.

ॲडम्स व लव्हेरिये या दोघांनीही नेपच्यूनच्या बाबतीत गृहीत धरलेली एक गोष्ट मात्र चुकीची ठरली. युरेनस सूर्यापासून जितक्या अंतरावर असेल, त्याच्या दुप्पट अंतरावर नेपच्यून असेल अशी कल्पना करणे त्या वेळी योग्यच वाटले होते; पण ते चुकीचे ठरले. त्याचे अंतर त्या ऐवजी केवळ दीडपटच असल्याचे आढळले. सूर्यापासून ३ अब्ज ५० कोटी मैलांवर असण्याऐवजी नेपच्यून

सुमारे २ अब्ज ८० कोटी मैलांवर होता. (अर्थात, तरीही हे अंतर पृथ्वीच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या तीसपट आहे.)

अगोदर कल्पना केली होती त्याप्रमाणेच नेपच्यून युरेनसपेक्षा लहान होता; पण तो काहीं फार लहान नव्हता. युरेनसचा व्यास सुमारे ३२,५०० मैल आहे, तर नेपच्यूनचा व्यास सुमारे ३१,४०० मैल आहे. दोन्हीही पृथ्वीपेक्षा सुमारे चौपट रुंद असणारे प्रचंड ग्रह आहेत. तथापि, गुरू या सर्वात मोठ्या ग्रहाच्या तुलनेत त्यांचा परीघ गुरूच्या एक तृतीयांशाहून थोडासाच अधिक भरतो.

नेपच्यून सूर्यापासून इतका दूर असल्याने व तेथपर्यंत सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण बरेच कमजोर होत असल्याने त्याची गती बरीच कमी आहे, म्हणून सूर्यभोवती एक प्रदक्षिणा करायला त्याला बराच वेळ लागतो. सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा करायला नेपच्यूनला १६४.८ वर्षे लागतात. नेपच्यूनचा शोध लागल्यापासून त्याने अद्याप सूर्याभोवतीची एकही प्रदक्षिणा पूर्ण केलेली नाही. आकाशातील ज्या ठिकाणी त्याचा प्रथम शोध लागला, त्याच ठिकाणी तो परत येण्यासाठी २०११ हे साल उजाडावे लागेल.

आपण जर नेपच्यूनवर उभे आहोत अशी कल्पना केली, तर सूर्य एखाद्या प्रकाशाच्या जाडजूड ठिपक्यासारखा दिसेल. सूर्य हा एक गोळा आहे हे आपल्याला दुर्बिणीशिवाय दिसणार नाही इतका तो दूर असेल.

अर्थात, तरीही सूर्यच आकाशात सर्वात तेजस्वी दिसेल. आपल्या आकाशात पौर्णिमेचा चंद्र जितका तेजस्वी दिसतो, त्याच्यापेक्षा सूर्य ४५० पट तेजस्वी दिसेल. विशेष म्हणजे, हे सर्व तेज एका ठिपक्यात एकवटलेले असेल. म्हणजे सूर्याकडे पाहणे तरीही धोकादायकच असेल, कारण त्याने डोळ्याला इजा होऊ शकेल.

युरेनसप्रमाणेच नेपच्यूनही त्याचा शोध लागण्यापूर्वी

खगोलशास्त्रज्ञांना दिसला होता; पण ते एका नव्या ग्रहाकडे पाहात होते हे त्यांना समजले नव्हते.

८ मे १७९५ रोजी जोसेफ जेरोम द लालांड या फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाने एक तारा पाहिला व त्याच्या स्थानाची नोंद केली. दोन दिवसांनी तोच तारा त्याने परत पाहिला, पण त्याचे स्थान बदलले होते. पहिल्या वेळी आपली काहीतरी चूक झाली असेल अशा समजुतीने त्याने दुसऱ्या स्थानाची नोंद केली व त्या निरीक्षणाबाबत तो विसरून गेला. प्रत्यक्षात त्याने काहीच चूक केली नव्हती, या 'ताऱ्याने' आपले स्थान बदलले होते. एकदा नेपच्यूनचा शोध लागल्यावर लालांडने केलेल्या नोंदी तपासण्यात आल्या. आणि अपेक्षेप्रमाणेच, त्याला नेपच्यूनच दिसला होता; पण ते त्याला त्या वेळी माहीत नव्हते.

गॅलिलिओनेदेखील आपल्या साध्या दुर्बिणीतून नेपच्यून पाहिला असणे शक्य आहे. त्याने नोंद केलेला एक तारा आता त्या ठिकाणी नाही; पण त्याने पाहिले त्या सुमारास नेपच्यून तेथे होता.

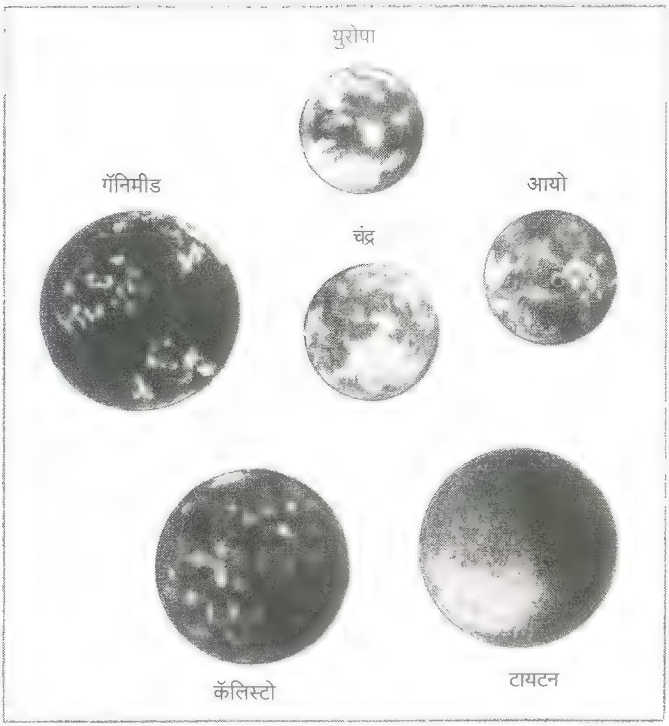
४ नेपच्यूनचा परिसर

अर्थात, एकदा नेपच्यूनचा शोध लागल्यावर खगोलशास्त्रज्ञांनी त्याचा बारकाईने अभ्यास करण्यास सुरुवात केली.

१८४६ साली, नेपच्यूनचा शोध लागला त्या वर्षापर्यंत पृथ्वीला एक उपग्रह आहे, गुरूला चार, शनीला सात आणि युरेनसला दोन उपग्रह आहेत हे माहीत झाले होते. म्हणजे एकूण १४ झाले. यापैकी सहा मोठे उपग्रह साधारणपणे आपल्या चंद्राएवढे आहेत. ते म्हणजे आपला चंद्र; आयो, युरोपा, गॅनिमीड व कॅलिस्टो हे गुरूचे चार उपग्रह आणि शनीचा सर्वात मोठा उपग्रह टायटन.

यापूर्वी माहीत असलेल्या गुरू, शनी व युरेनस या तीन प्रचंड आकाराच्या ग्रहांना उपग्रह होते, म्हणून नेपच्यूनलाही उपग्रह असायला हवे होते; पण नेपच्यून इतका दूर असल्याने कदाचित त्याचे उपग्रह अतिशय अस्पष्ट आणि दिसायला कठीण असतील.

विल्यम लॅसेल (१७९९-१८८०) या ब्रिटिश खगोलशास्त्रज्ञाला नेपच्यूनच्या अभ्यासात विशेष स्वारस्य होते. ॲडम्सच्या गणितांची त्याला माहिती होती आणि ऐरीला जरी त्यात रस नसला तरी लॅसेलला त्यात स्वारस्य होते. त्याने स्वतःच एक चांगली दुर्बीण तयार केली होती आणि या ग्रहाचा शोध घेण्यासाठी त्याने स्वतःच ती वापरली असती; पण नेमका त्याच वेळी त्याचा घोटा मुरगळला असल्याने तो अंथरुणात झोपून होता. निरीक्षण करण्याइतका बरा झाला त्या वेळी तो इतर काही कामात गुंतला होता आणि ॲडम्सबद्दल विसरून गेला. हे जसे ॲडम्सचे दुर्दैव होते, तसेच ते लॅसेलचेही दुर्दैवच म्हणायला हवे, नाहीतर नेपच्यून पहिल्यांदा त्याला पाहायला मिळाला असता.



The Six Largest Satellites

तथापि, एकदा नेपच्यूनचा शोध लागल्यावर लॅसेलने आपल्या निरीक्षणांना सुरुवात केली. १० ऑक्टोबर १८४६ रोजी, म्हणजे नेपच्यूनच्या शोधानंतर केवळ अडीच आठवड्यांनीच, लॅसेलने त्याच्या एका उपग्रहाचा शोध लावला. निदान त्याला तरी असे वाटले; पण सूर्य आता नेपच्यूनच्या स्थानापासून जवळ असल्याने निरीक्षण करणे कठीण झाले होते. रात्रीच्या अंधारात नेपच्यूनचे निरीक्षण करण्यासाठी, खगोलशास्त्रज्ञांना सूर्य नेपच्यूनच्या दुसऱ्या बाजूला जाईपर्यंत वाट पाहणे भाग होते. अखेर जुलै १८४७ मध्ये हे शक्य झाले; आणि लॅसेलचा शोध बरोबरच होता याबद्दल काहीच शंका राहिली नाही. नेपच्यूनला एक उपग्रह होता.

(१८५१ साली लॅसेलने युरेनसच्या आणखी दोन उपग्रहांचा शोध लावला, त्याला त्याने एरियल व अंब्रियल अशी नावे दिली.)

नेपच्यूनच्या या उपग्रहाला 'ट्रायटन' हे ग्रीक पुराणातील सागरदेवतेच्या मुलाचे नाव देण्यात आले. खगोलशास्त्रज्ञांना ट्रायटनबद्दल फारच थोडी माहिती मिळाली. तो प्रचंड अंतरावर असल्याने तो केवळ एक प्रकाशाचा मंद ठिपकाच दिसत असे. तो एका गोळ्याच्या स्वरूपात दिसण्याइतका मोठा करता आला नाही म्हणून त्याचा व्यासही मोजता आला नाही. तथापि, त्याचे अंतर व तेज विचारात घेऊन आणि इतर उपग्रहांप्रमाणेच त्याच्यावरून प्रकाश परावर्तित होत असेल अशा कल्पनेने, ट्रायटन साधारण आपल्या चंद्राच्या आकाराचा असेल, असे खगोलशास्त्रज्ञांनी अनुमान केले.

ट्रायटन हा सातवा मोठा उपग्रह होता. ट्रायटन प्रथम दिसला, त्यानंतर बरेचसे लहान उपग्रह दिसले असले, तरी एकाही मोठ्या उपग्रहाचा शोध लागला नाही.

ट्रायटन नेपच्यूनभोवती २,२०,००० मैल अंतरावरून भ्रमण करतो. हे अंतर जवळजवळ चंद्राचे पृथ्वीपासून आहे, तेवढेच आहे.

पण नेपच्यून पृथ्वीपेक्षा मोठा आहे म्हणून त्याचे गुरुत्वाकर्षणही अधिक आहे. चंद्र सत्तावीस पूर्णांक एक तृतीयांश दिवसांत पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करतो, पण ट्रायटनला नेपच्यूनभोवती एक प्रदक्षिणा करण्यास सहा दिवसही लागत नाहीत.

ट्रायटनचे नेपच्यूनपासूनचे अंतर व त्याचा भ्रमणाचा वेग यावरून आपण पृथ्वीच्या वस्तुमानाचा (मास) हिशेब करू शकतो- म्हणजे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली असताना ती एखाद्या वजनाच्या काट्यावर ठेवली असताना होणारे वजन.

नेपच्यूनचा व्यास जरी युरेनसपेक्षा कमी असला, तरी नेपच्यूनचे वस्तुमान युरेनसच्या वस्तुमानापेक्षा एक-षष्ठांश अधिक आहे. ते पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या १७.२ पट आहे, तर युरेनसचे वस्तुमान पृथ्वीच्या १४.६ पट आहे.

आकाराने लहान असूनही नेपच्यूनचे वस्तुमान युरेनसहून अधिक का असावे?

काही बर्फाळ द्रव्य, खडक व धातू यांचे मिळून ग्रह बनलेले असतात. एकाच आकारमानाचे खडक हे त्याच आकारमानाच्या बर्फाळ द्रव्याहून अधिक जड असतात आणि त्याच आकारमानाचे धातू त्याहूनही जड असतात. पृथ्वीसारखा ग्रह प्रामुख्याने खडक व धातूंचा बनला असल्याने आकाराच्या मानाने अधिक जड आहे. कॅलिस्टो किंवा टायटन यांच्यासारखे उपग्रह मुख्यत: बर्फाळ द्रव्याचे बनले असल्याने आकाराच्या मानाने वजनाला हलके आहेत. युरेनस व नेपच्यून दोघेही बर्फाळ द्रव्य, खडक आणि धातूंचे बनले आहेत; परंतु नेपच्यूनच्या घडणीत खडक व धातू थोडे अधिक व बर्फाळ द्रव्य कमी प्रमाणात असावे, अशी कल्पना आहे. म्हणून नेपच्यूनचा व्यास युरेनसपेक्षा कमी असला, तरी तो अधिक वजनदार आहे. असे कशामुळे झाले असावे याचे कारण कोणालाच माहीत नाही.

युरेनस व नेपच्यून जरी प्रचंड ग्रहांपैकीच असले, तरी गुरू व

शनी या दोन सर्वात मोठ्या ग्रहांपेक्षा ते बरेच लहान आहेत. शनीचे वस्तुमान नेपच्यूनच्या ५.५ पट व पृथ्वीच्या ९५ पट आहे तर गुरूचे वस्तुमान नेपच्यूनच्या ८.५ पट आणि पृथ्वीच्या ३१८ पट आहे.

चंद्र पृथ्वीच्या पश्चिमेकडून पूर्वेकडे भ्रमण करतो, हे सर्वसामान्य मानले जाते, कारण बहुतेक सर्वच उपग्रह पश्चिमेकडून पूर्वेकडेच जातात. पण ट्रायटन मात्र नेपच्यूनच्या पूर्वेकडून पश्चिमेकडे भ्रमण करतो. याला 'उलटी गती' किंवा 'मागे जाणारी गती' (रिट्रोग्रेड मोशन) असे म्हणतात. ट्रायटन नेपच्यूनभोवती अशा उलट दिशेने का जातो हे कोणालाच माहीत नाही.

ट्रायटनच्या शोधानंतर शंभर वर्षांत नेपच्यूनच्या आणखी कोणत्याही उपग्रहाचा शोध लागला नाही. नेपच्यून पृथ्वीपासून इतका दूर असल्याने ट्रायटनहून लहान असणारा उपग्रह दिसणे कठीणच होते, म्हणून यात आश्चर्य वाटण्यासारखे काहीच नाही.

तथापि, १९४० च्या दशकात जिरार्ड पीटर कॉयपर (१९०५-१९७३) हा डच-अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञ दूरच्या ग्रहांचा अभ्यास करत होता. १९४७ साली शनीचा सर्वात मोठा उपग्रह टायटन याच्यावर वातावरण आहे असा त्याने शोध लावला. आतापर्यंतचा असे वातावरण असणारा हा पहिलाच उपग्रह होता.

कॉयपरने युरेनसचाही अभ्यास केला, तोपर्यंत हर्षलने शोधलेले दोन व लॅसेलने शोधलेले दोन असे युरेनसचे एकूण चार उपग्रह माहीत झाले होते. यापैकी कोणतेच उपग्रह मोठे नाहीत. टायटॅनिया या त्यातील सर्वात मोठ्या उपग्रहाचा व्यास सुमारे ९९० मैल आहे, म्हणजे चंद्राच्या व्यासाच्या अर्ध्याहूनही कमी.

१९४८ साली कॉयपरने युरेनसच्या पाचव्या उपग्रहाचा शोध लावला. हा युरेनसच्या सर्वात जवळ व बाकीच्या चार उपग्रहांपेक्षा लहान होता. याचा व्यास सुमारे ३०० मैल निघाला आणि कॉयपरने त्याचे नाव 'मिरांडा' ठेवले.



जिरार्ड कॉयपरने मॅकडोनल्ड दुर्बिणीच्या साहाय्याने
१९४८ साली मिरांडाचा शोध लावला.

त्यानंतर १९४९ साली कॉयपरने नेपच्यूनच्या दुसऱ्या उपग्रहाचा शोध लावला. ग्रीक पुराणातील 'नेरिइड' हे समुद्रपऱ्यांच्या गटाचे नाव त्याला देण्यात आले. नेरिइडचा व्यास सुमारे ३५० मैल असून नेपच्यूनइतक्या अंतरावरून तो दिसणे फारच कठीण आहे.

नेरिइड मात्र नेपच्यूनभोवती नेहमीच्या पश्चिमेकडून पूर्वेकडे अशा दिशेनेच फिरतो. बहुतेक सर्व उपग्रहांच्या कक्षा सहसा वर्तुळाकार असतात; परंतु नेरिइड मात्र नेपच्यूनच्या भोवती लंबवर्तुळाकार कक्षेत फिरतो. या लंबगोलाच्या एका टोकाला नेपच्यून आहे, म्हणून त्या बाजूच्या टोकाकडे असताना नेरिइड नेपच्यूनच्या खूपच जवळ असतो.

नेरिइडचे नेपच्यूनपासूनचे सरासरी अंतर ३५ लाख मैल आहे. तथापि, भ्रमणकक्षेच्या एका टोकाजवळ ते ८,६४,००० मैल इतके कमी, तर दुसऱ्या टोकाला ते सुमारे ९८ लाख मैल भरते. नेरिइडला नेपच्यूनभोवती एक प्रदक्षिणा करायला ३६० दिवस लागतात.

काही खगोलशास्त्रज्ञांच्या मते नेरिइड हा एखादा मोठा उल्कापाषाण (ॲस्ट्रॉइड) असेल आणि भूतकाळात पूर्वी कधीतरी नेपच्यूनजवळून जात असताना त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली आला असेल, हे त्याच्या विचित्र भ्रमणकक्षेचे एक स्पष्टीकरण असू शकेल.

१९७७ साली दूरच्या ग्रहांबाबत एक विस्मयजनक शोध लावण्यात आला. त्या वर्षी १० मार्चला युरेनस एका ताऱ्यासमोरून जाणार होता. युरेनस त्या ताऱ्याजवळ आला की ताऱ्याचा प्रकाश आपल्याकडे काही थोडा काळ युरेनसच्या वातावरणातून येणार होता, म्हणून ही घटना महत्त्वाची होती. त्याचप्रमाणे युरेनस त्या ताऱ्याच्या पलीकडे जातानाही ताऱ्याचा प्रकाश त्याच्या वातावरणातूनच येणार होता. या वेळात युरेनसच्या वातावरणाची माहिती मिळणार होती.

खगोलशास्त्रज्ञांनी या घटनेचे निरीक्षण खूप उंचावरून एका विमानातून केले, म्हणजे आपल्या वातावरणामुळे गोंधळ निर्माण होऊ नये. युरेनस प्रत्यक्षात त्या ताऱ्यासमोर येण्यापूर्वी तारा ९ वेळा चमकला आणि युरेनस ताऱ्यापलीकडे जातानाही तारा परत ९ वेळा चमकला.

युरेनसभोवती द्रव्याची ९ कडी असून त्याने तो तारा झाकला जात होता. तोपर्यंत फक्त शनीलाच अशी कडी असल्याचे आपल्याला माहीत होते. शनीची कडी रुंद व तेजस्वी आहेत, तर युरेनसची कडी अरुंद व मंद असल्यामुळे ती पृथ्वीवरून दिसत नाहीत.

या शोधानंतर नेपच्यूनचेही, तो ताऱ्यांसमोरून जात असताना काय घडते, हे पाहण्यासाठी बारकाईने निरीक्षण करण्यात आले. त्याच्याभोवतीही कडी असावीत, निदान काही प्रमाणात तुटलेली तरी असावीत, असे खगोलशास्त्रज्ञांचे मत झाले. नेपच्यूनच्या एका बाजूला ताऱ्याच्या प्रकाशाची उघडझाप झालेली दिसली, पण दुसऱ्या बाजूला मात्र ती तशी झाली नाही.

५ | अंतराळातील शोधयाने

नेपच्यूनच्या बाबतीतील तपशील दिसण्याची शक्यता फारच कमी होती. चांगल्या दुर्बिणीतूनदेखील पृथ्वीपासून २ अब्ज ८० कोटी मैलांवरील ग्रहावरील फारसे काही दिसणे कठीणच होते.

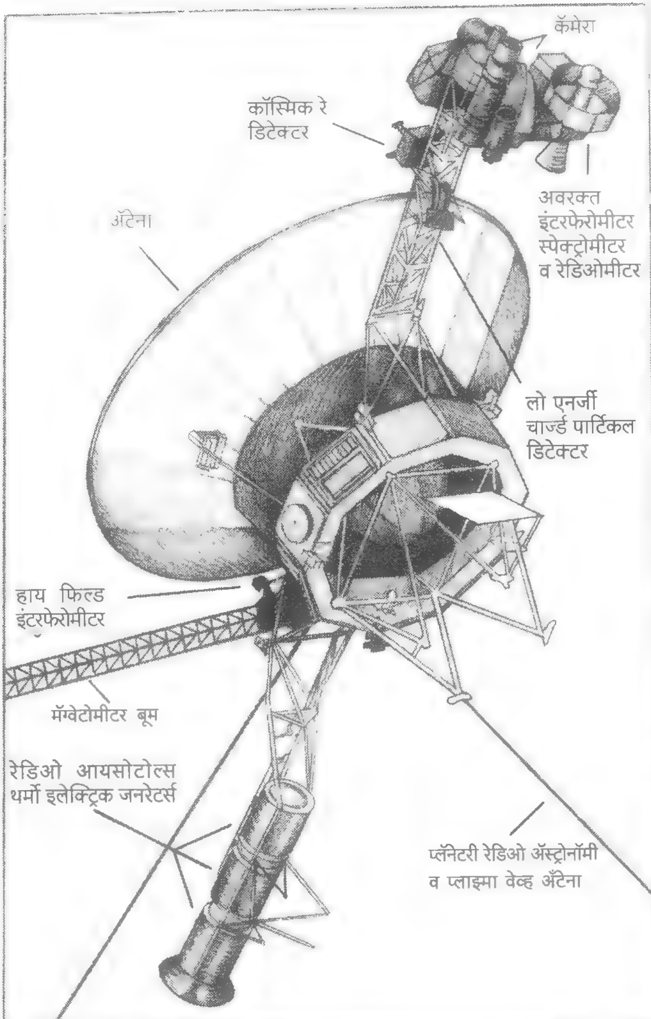
तथापि, नेपच्यूनकडे केवळ पृथ्वीवरूनच पाहण्याची आवश्यकता नाहीशी होण्याची वेळ आता जवळ येत होती. १९५७ साली पृथ्वीभोवती पहिला कृत्रिम उपग्रह अंतराळात फिरू लागला, तेव्हापासून अंतराळयुगाची सुरुवात झाली. १९६९ साली मानवाने चंद्रावर पहिले पाऊल ठेवले.

मानव अद्याप चंद्रापलीकडे गेला नाही; पण इतर ग्रहांकडे अग्निबाण (रॉकेट) पाठवण्यात आले आहेत. यात माणसे नव्हती, पण या यानात अनेक उपकरणे होती. ती फोटो तसेच अनेक प्रकारची मोजमापे घेऊ शकत व ती सर्व माहिती पृथ्वीकडे पाठवू शकत.

१९६० साली अशी शोधयाने शुक्र व मंगळाजवळून गेली. त्यानंतर तर काही त्या ग्रहांवर उतरलीदेखील. एका यानाने बुधाचा जवळून फोटो घेतला, आणि १९८६ साली काही यानांनी हेलीचा धूमकेतू पृथ्वीजवळून जात असताना त्याचा अभ्यासही केला.

१९७० च्या दशकात मंगळाच्या बाहेरील प्रचंड ग्रहांकडे याने पाठवण्यास सुरुवात झाली. 'पायोनियर-१०' व 'पायोनियर-११' ही गुरूजवळून जाऊन या ग्रहाचे व त्याच्या उपग्रहांचे निरीक्षणे करणारी पहिली याने होती.

त्यानंतर 'व्हॉयेजर-१' व 'व्हॉयेजर-२' ही आणखी दोन शोधयाने पाठवण्यात आली. आतापर्यंतच्या शोधयानांपैकी


कॅमेरा
कॉस्मिक रे
डिटेक्टर
अवरक्त
इंटरफेरोमीटर
स्पेक्ट्रोमीटर
व रेडिओमीटर
अँटेना
लो एनर्जी
चार्ज्ड पार्टिकल
डिटेक्टर
हाय फिल्ड
इंटरफेरोमीटर
मॅग्वेटोमीटर बूम
रेडिओ आयसोटोल्स
थर्मो इलेक्ट्रिक जनरेटर्स
प्लॅनेटरी रेडिओ ॲस्ट्रोनॉमी
व प्लाझ्मा वेव्ह अँटेना

व्हॉयेजर - २

'व्हॉयेजर-२' हे सर्वाधिक यशस्वी यान होते. 'व्हॉयेजर-१' प्रमाणेच ते गुरू व शनीजवळून गेले. इतकेच नव्हे, तर ते पुढे युरेनस व नेपच्यूनपर्यंतही गेले आणि त्याने दोन्ही ग्रहांची छायाचित्रे व मोजमापे आपल्याकडे पाठवली.

१९७७ साली पाठवलेले 'व्हॉयेजर-२' हे यान ९ वर्षे प्रवास करून जानेवारी १९८६ मध्ये युरेनसजवळून गेले. पृथ्वीच्या तुलनेत युरेनसला पोचणारा सूर्यप्रकाश फक्त १/३६८ इतकाच असतो; पण तरीही युरेनस व त्याच्या उपग्रहांची छायाचित्रे घेण्यासाठी तो पुरेसा ठरला. अर्थात, त्यासाठी कॅमेऱ्याला पूर्ण दोन मिनिटांचे एक्स्पोजर द्यावे लागले.

युरेनस हा निळसर रंगाचा ग्रह असल्याचे दिसून आले व त्यावरील वातावरणही अतिशय शांत आहे हे अपेक्षितच होते. गुरूच्या वातावरणात खूपच हालचाल असते, कारण तो सूर्याच्या जवळ आहे; सूर्याच्या उष्णतेचा वातावरणावर परिणाम होतो. गुरूवर प्रचंड वारे वाहतात व त्यातून ढगांचे पट्टे तयार होतात. गुरूवर एक भला थोरला लाल ठिपका (ग्रेट रेड स्पॉट) आहे. हे इतके मोठे चक्रीवादळ आहे, की संपूर्ण पृथ्वी त्यात मावू शकेल.

शनी सूर्यापासून अधिक दूर असल्याने त्याला गुरूच्या तुलनेत सूर्याची उष्णता एक-तृतीयांशच मिळते. त्याच्यावरचे पट्टे अस्पष्ट आहेत आणि त्याच्यावर वादळेही कमी असतात. युरेनसला गुरूच्या तुलनेत एक-तेरांश इतकीच सूर्याची उष्णता मिळते म्हणून त्यावरील वातावरण शांत आहे.

'व्हॉयेजर-२' ने युरेनसजवळून जाताना जी माहिती मिळवली त्यावरून युरेनसला त्याच्या आसाभोवती एक प्रदक्षिणा करायला साडेसतरा तास लागतात असे शास्त्रज्ञांना गणिताने शोधून काढता आले. यापूर्वी प्रदक्षिणेच्या काळासंबंधी केवळ अंदाजच बांधण्यात आले होते. युरेनसभोवतीची मंद कडी ९ नसून १० आहेत, असे

'व्हॉयेजर-२'ने स्पष्टपणे दाखवून दिले.

युरेनसचे उपग्रह अनपेक्षित अशा गडद रंगाच्या द्रव्याचे बनलेले आढळले. याचा अर्थ, पृथ्वीवरून ते जितके तेजस्वी दिसत होते त्यासाठी त्यांचा आकार पूर्वीच्या अंदाजापेक्षा काहीसा मोठा असणार. त्यांचे पृष्ठभागही असाधारण आणि वैशिष्ट्यपूर्ण होते. विशेषत: मिरांडाबाबत हे अधिक खरे होते. त्याचा पृष्ठभाग इतका सरमिसळ झालेला, गुंतागुंतीचा होता, की त्याच्या सुरुवातीच्या काळात अनेक टकरांमुळे त्याचे तुकडे उडाले असतील आणि कालांतराने ते परत कसेतरी एकमेकांना जोडले गेले असतील, असेच वाटते.

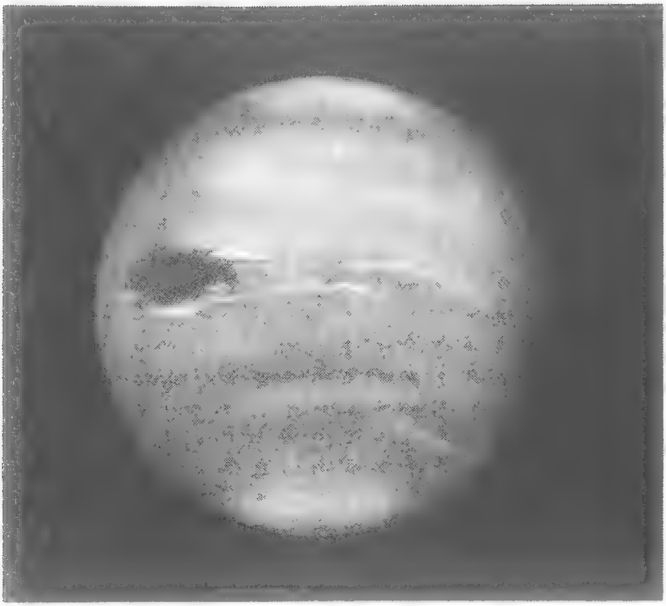
'व्हॉयेजर-२' हे यान युरेनसच्याही पलीकडे जाऊन ऑगस्ट १९८९ मध्ये ते नेपच्यूनजवळून गेले.

नेपच्यूनबाबतची सर्वात प्रथम लक्षात आलेली गोष्ट म्हणजे, युरेनसप्रमाणेच तोही निळ्या रंगाचा होता, त्याचा रंग अधिकच गडद निळा होता.

नेपच्यून व इतर महाकाय ग्रहांचे पृष्ठभाग घन नाहीत. त्याऐवजी जाडसर वातावरणाचा तो वरचा भाग आहे. प्रत्येक ग्रहाचे वातावरण हायड्रोजन व हेलियम या साध्या वायूंचे बनले आहे. त्यांना रंग नसतो. त्यात लहान प्रमाणात इतर वायू मिसळले आहेत, त्यामुळेच ग्रहांवरील वातावरणाला रंग मिळाला आहे.

गुरूवर अनेक निरनिराळे वायू आहेत, पण ते कोणते आहेत याची आपल्याला अद्याप खात्री नाही. त्यांच्यामुळेच गुरूचा पृष्ठभाग करडा, केशरी, पिवळा आणि पांढरा दिसतो. गुरूवरचे चक्रीवादळ (टोर्नेडो) तर लालसर दिसते म्हणूनच त्याला 'ग्रेट रेड स्पॉट' म्हणतात.

सूर्यापासून आणखी दूर असल्याने शनी गुरूपेक्षा थंड आहे आणि त्याच्या वातावरणातील वरचे द्रव्य गोठलेलेच आहे. याच कारणाने शनी गुरूपेक्षा फिकट रंगाचा व पिवळा आणि पांढरा दिसतो.



नेपच्यूनचा पृष्ठभाग व त्यावरील चक्रीवादळ (ग्रेट डार्क स्पॉट)

गुरू व शनीला ज्या द्रव्यामुळे रंग येतो ते सर्व द्रव्य युरेनस व नेपच्यूनच्या वातावरणाच्या वरच्या थरात गोठलेल्या अवस्थेत असते. या दूरवरच्या ग्रहांवरील वातावरण प्रामुख्याने कमी तापमानात वायुरूप अवस्थेत राहणाऱ्या द्रव्यांचेच बनलेले आहे. हायड्रोजन, हेलियम व मिथेन हे ते पदार्थ आहेत. मिथेनच्या रेणूत कार्बनचा एक अणू व हायड्रोजनचे चार अणू असतात व पृथ्वीवर ते नैसर्गिक वायूत मिळतात.

आपण पृथ्वीवर कमी प्रमाणात जे मिथेन पाहतो, त्याला रंग नसतो; पण तेच जेव्हा हायड्रोजन व हेलियमशी झालेल्या मिश्रणात मोठ्या प्रमाणावर अस्तित्वात असते, तेव्हा त्याचा रंग निळसर असतो. यामुळेच युरेनस व नेपच्यूनला निळसर रंग आहे.

एका महत्त्वाच्या बाबतीत मात्र नेपच्यून युरेनसपेक्षा वेगळा आहे. गुरू व शनीला मिळते त्यापेक्षा युरेनसला सूर्याची उष्णता कमी प्रमाणात मिळते म्हणून युरेनस हा शांत ग्रह आहे. नेपच्यून युरेनसपेक्षाही शांत असेल अशी खगोलशास्त्रज्ञांची अपेक्षा होती, कारण त्याला तर युरेनसच्या दोन-पंचमांश इतकीच सूर्याची उष्णता मिळते.

प्रत्यक्षात तसे नाही. नेपच्यूनवर बरीच हालचाल असते. त्याच्या वातावरणातील वरच्या थरातील वारे ताशी १५०० मैलांपर्यंतच्या वेगाने वाहत असतात; गुरूवरील वाऱ्यांपेक्षा ते खूपच वेगाने वाहतात. पण गुरूला सूर्याकडून नेपच्यूनपेक्षा २० पट अधिक उष्णता मिळते. नेपच्यूनवरील वाऱ्यांना ही ऊर्जा कोठून मिळते? नेपच्यूनला सूर्यापासून जेवढी ऊर्जा मिळते त्याच्या २.७ पट ऊर्जा त्याला त्याच्या स्वत:च्या अंतरंगातून मिळते. नेपच्यूनच्या अंतरंगात एवढी उष्णता कशी आहे, हे एक कोडेच आहे.

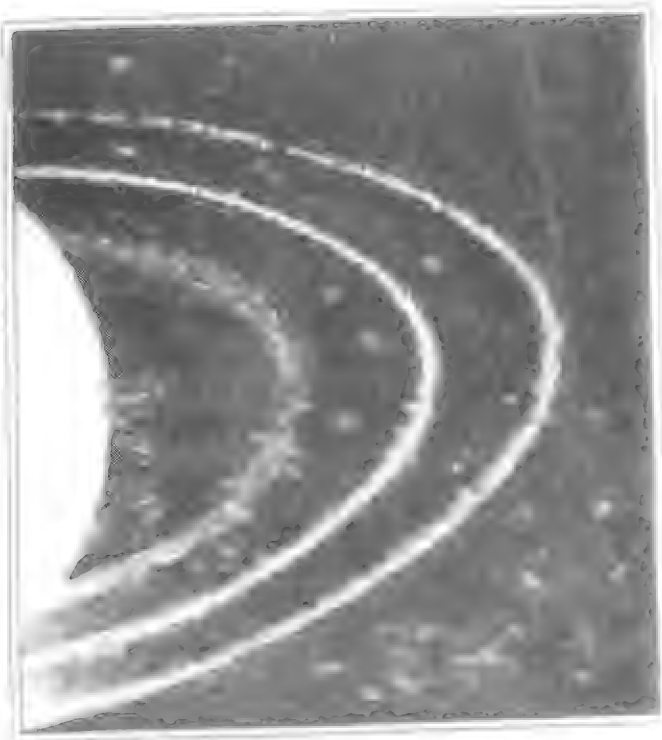
आणखी एक आश्चर्याची बाब म्हणजे, गुरूच्या 'ग्रेट रेड स्पॉट'सारखेच एक चक्रीवादळ नेपच्यूनवरही आहे आणि ते साधारण

गुरूवर ग्रेट रेड स्पॉट आहे त्याच ठिकाणी आहे. नेपच्यूनवरील चक्रीवादळ गुरूवरील चक्रीवादळापेक्षा लहान आहे कारण नेपच्यून आकाराने गुरूपेक्षा लहान आहे; पण गुरूचे आकुंचन झाल्यास तो जसा दिसेल तसाच नेपच्यून दिसतो. नेपच्यूनचे चक्रीवादळ अर्थातच निळे दिसते म्हणून त्याला 'ग्रेट डार्क स्पॉट' म्हणता येईल. नेपच्यूनवरून येणाऱ्या रेडिओलहरींचा अभ्यास करून शास्त्रज्ञांना असा शोध लागला आहे, की नेपच्यूनला आपल्या आसाभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास १६ तासांवर काही थोडीशीच मिनिटेच लागतात, म्हणजे तो युरेनसपेक्षा थोडा जलद फिरतो; पण त्याच्यावरचा 'ग्रेट डार्क स्पॉट' मात्र त्याहून कमी गतीने फिरतो.

शनी व युरेनसवर नसलेली ही चक्रीवादळे गुरू आणि नेपच्यूनवरच का आहेत? ही वादळे अव्याहत चालू राहण्यासाठी बरीच ऊर्जा लागत असणार; आणि गुरूला सूर्याकडून यासाठी पुरेशी ऊर्जा मिळत असेल असे म्हणून आपण आपले समाधान करून घेऊ शकतो. परंतु शनी व युरेनसला जर अशा प्रचंड वादळासाठी पुरेशी ऊर्जा मिळत नसेल, तर नेपच्यून त्यांच्यापेक्षाही दूर असूनदेखील नेपच्यूनला ती कशी काय मिळते? कदाचित नेपच्यूनच्या अंतरंगातील असाधारण उष्णता हेच त्यामागील कारण असू शकेल.

सूर्यमालेच्या टोकापर्यंत गेलेल्या शोधयानांना प्रत्येक ग्रहाचे आणखी उपग्रह सापडले. पृथ्वीवरून दिसण्याइतके ते मोठे व तेजस्वी नव्हते. सर्वसामान्यपणे हे नवे उपग्रह पृथ्वीवरून दिसणाऱ्या उपग्रहांपेक्षा ग्रहांच्या अधिक जवळ होते.

१६१० साली गॅलिलिओने प्रथम गुरूच्या चार उपग्रहांचा शोध लावला होता. १८९२ साली पाचव्याचा शोध लागला, तो पहिल्या चार उपग्रहांपेक्षा लहान व गुरूच्या अधिक जवळ होता. विसाव्या शतकात गुरूपासून बऱ्याच अंतरावरील आणखी आठ



नेपच्यूनची कडी

चिमुकले उपग्रह सापडले. कदाचित ते गुरूच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली आलेले उल्कापाषाणही (ॲस्ट्रॉइड) असतील. म्हणजे एकूण १४ उपग्रह झाले. 'व्हॉयेजर-१' ने गुरूच्या बरेच जवळ असणारे आणखी तीन लहान उपग्रह टिपले.

शनीला पृथ्वीवरून दिसणारे ९ उपग्रह आहेत. 'व्हॉयेजर' यानांना आणखी आठ लहान उपग्रह दिसले. पृथ्वीवरून युरेनसचे ५ उपग्रह दिसले होते; पण 'व्हॉयेजर-२' ला युरेनसच्या अगदी जवळ असणारे आणखी १० छोटे उपग्रह सापडले.

नेपच्यूनही याला अपवाद नव्हता. पृथ्वीवरून खगोलशास्त्रज्ञांनी ट्रायटन व नेरिइड हे दोनच उपग्रह पाहिले होते; पण 'व्हॉयेजर-२' ला नेपच्यूनच्या जवळच्या आणखी ६ छोट्या उपग्रहांचा शोध लागला.

थोडक्यात म्हणजे, ही शोधयाने पाठवण्यापूर्वी खगोलशास्त्रज्ञांना आपल्या सूर्यमालेतील एकूण ३३ उपग्रहांची माहिती होती. आता आपल्याला ६० माहीत झाले आहेत. सर्व नवे उपग्रह अगदीच छोटे आहेत- ५० मैल रुंदीचे किंवा त्याहूनही लहान.

आणखी एक शोध कड्यांसंबंधीचा आहे. 'व्हॉयेजर' जेव्हा गुरूजवळून गेले तेव्हा या महाकाय ग्रहाभोवती धूळ व अवकाशातील कचऱ्याचे एकच अरुंद कडे त्याच्याभोवती फिरताना आढळले. हे कडे पृथ्वीवरून कोणालाच दिसले नव्हते. 'व्हॉयेजर-२'ला युरेनसभोवतीही कडी दिसली. आता नेपच्यूनभोवतीही कडी दिसतील अशी शास्त्रज्ञांची अपेक्षा होती.

अपेक्षेप्रमाणेच, 'व्हॉयेजर-२'ला नेपच्यूनभोवती ३ कडी सापडली. ही कडी संपूर्ण होती, पण ती बारीक आणि गुठळ्या असणारी होती. कड्याच्या इतर भागांपेक्षा गुठळ्या असणाऱ्या भागाने तारे अधिक झाकले जात, म्हणून नेपच्यूनच्या आजूबाजूच्या ताऱ्यांच्या प्रकाशाचे निरीक्षण करणाऱ्या खगोलशास्त्रज्ञांना

नेपच्यूनभोवती तुटक कडी असावीत असे वाटले होते.

चार महाकाय ग्रहांपैकी तिघांच्या भोवती बारीक, मंद कडी आहेत हे आता आपल्याला माहीत झाले आहे. आता प्रश्न असा आहे, की फक्त एकट्या शनीभोवतीच रुंद व तेजस्वी कडी का आहेत? शनीबाबत विशेष असे काय आहे? खगोलशास्त्रज्ञांना अद्याप याचे उत्तर माहीत नाही.

'व्हॉयेजर-२' जेव्हा शनीजवळून गेला, तेव्हा त्याला टायटन या शनीच्या सर्वात मोठ्या उपग्रहाच्या निरीक्षणाची संधी मिळाली. टायटनवर अनपेक्षित असे, पृथ्वीप्रमाणेच किंवा कदाचित त्याहूनही दाट वातावरण आहे. पृथ्वीप्रमाणेच तेही नायट्रोजनचे बनले आहे. शिवाय त्यात बऱ्याच प्रमाणात मिथेन असून, सूर्यप्रकाशात त्याचे गुंतागुंतीचे रेणू असणाऱ्या धूसर थेंबात रूपांतर झाल्याने टायटनचा घन पृष्ठभाग नीट दिसू शकला नाही. खगोलशास्त्रज्ञांची यामुळे फारच निराशा झाली.

ट्रायटन हा नेपच्यूनचा उपग्रह बराचसा टायटनसारखा दिसत असेल अशी खगोलशास्त्रज्ञांची अपेक्षा होती. तथापि, 'व्हॉयेजर-२' ट्रायटनजवळून गेल्यावर त्यांच्या कल्पनेपेक्षा तो बराच लहान होता असे त्यांच्या लक्षात आले. त्याचे गुरुत्वाकर्षण टायटनपेक्षा कमी होते म्हणून त्याच्यावरील वातावरण बरेच विरळ म्हणजे पृथ्वीवरील वातावरणाच्या १/६०,००० अंश इतकेच होते, म्हणून त्याचा घन पृष्ठभाग स्पष्टपणे दिसत होता.

हे विरळ वातावरण टायटनप्रमाणे नायट्रोजन व मिथेनचेच होते व पृष्ठभागावर गोठलेल्या नायट्रोजन व मिथेनचा थर होता, कारण ट्रायटनचे जग अतिशय थंड आहे. त्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान शून्याखाली सुमारे ३७० अंश फॅरनहाइट (किंवा -२२३ अंश सेल्शियस) आहे.

गोठलेल्या पृष्ठभागावरून सूर्यप्रकाश चांगला परावर्तित होतो

म्हणून पृथ्वीवरून पाहिला असता तो अधिक तेजस्वी भासतो. त्याऐवजी त्याचा पृष्ठभाग जर गडद रंगाच्या खडकांचा असता तर तो असा तेजस्वी दिसला नसता. त्याचा पृष्ठभाग गडद रंगाचा असेल अशी खगोलशास्त्रज्ञांची कल्पना असल्याने तो इतका तेजस्वी दिसतो, म्हणजे तो आपल्या चंद्राएवढा तरी असेल, असेच त्यांना वाटत होते. ट्रायटनचा पृष्ठभाग चमकत असल्याने लहान असूनही तो तेजस्वी दिसतो. प्रत्यक्षात ट्रायटनचा व्यास केवळ १,७०० मैलच आहे. तरीही तो सात मोठ्या उपग्रहांपैकीच एक आहे, पण त्यांच्यातील सर्वात लहान. आपल्या चंद्राचा व्यास २,१६० मैल आहे.

ट्रायटन जरी अतिशय थंड असला तरी गोठलेल्या नायट्रोजनची वाफ बनवण्याइतकी उष्णता त्याच्या अंतरंगात आहे. जमिनीखालील गोठलेला नायट्रोजन कधी कधी बर्फाळ ज्वालामुखीतून उद्रेक होऊन बाहेर पडतो आणि त्यामुळे दऱ्या वगैरे निर्माण होतात.

हे सर्व पाहिल्यावर 'व्हॉयेजर-२' नेपच्यूनच्या पलीकडे निघून गेला. अगणित लक्ष वर्षांपर्यंत तो दूरच्या अवकाशात प्रवास करत राहील. आपल्या माहितीनुसार तो अवकाशातील इतर कोणत्याच वस्तूजवळून जाणार नाही. जरी समजा तो गेलाच, तरी तोपर्यंत त्याच्याकडील सर्व ऊर्जा संपून गेलेली असेल, म्हणून त्याला आपल्याकडे संदेश पाठवता येणार नाहीत.

पण १२ वर्षांपर्यंत त्याने उत्कृष्ट कामगिरी बजावली त्याबद्दल त्याला सलामच करायला हवा.

मनोविकास प्रकाशन



आपल्या सूर्यमालेतील साध्या डोळ्यांना
न दिसणाऱ्या दूरवरच्या ग्रहांचा शोध
कसा लागला असेल?
१७८१ साली विल्यम हर्षल या
जर्मन संगीतकार खगोलशास्त्रज्ञाने
स्वत: तयार केलेल्या दुर्बिणीतून
युरेनस या एका नव्या ग्रहाचा शोध लावला.
या नव्या ग्रहाच्या कक्षेचा अभ्यास
करताना ती जशी असायला हवी तशी
नाही हे लक्षात आल्यावर त्यामागील
कारण शोधताना आणखी एखाद्या
वस्तूच्या गुरुत्वाकर्षणाचा हा प्रभाव
असावा असा विचार बळावला.
ॲडम्स व लवेरिये या इंग्लंड व फ्रान्समधील
दोन तरुण गणितज्ञांनी या ग्रहाचे
अपेक्षित स्थान कसे वर्तविले व हा
नवा ग्रह १८४६ मध्ये गॉल
व हेन्रिक दारे यांना त्याच ठिकाणी
कसा सापडला याची ही
आश्चर्यचकित करणारी कहाणी आहे.

